

12 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85810307.0

61 Int. Cl.⁴: B 23 K 26/04

22 Anmeldetag: 04.07.85

30 Priorität: 10.07.84 CH 3337/84
22.05.85 CH 2174/85

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.86 Patentblatt 86/3

64 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

71 Anmelder: Fela E. Uhlmann Aktiengesellschaft für
gedruckte Schaltungen

CH-8531 Thundorf(CH)

72 Erfinder: Mayor, Jean-Michel, Dr.
Av. Collonges 33
CH-1004 Lausanne(CH)

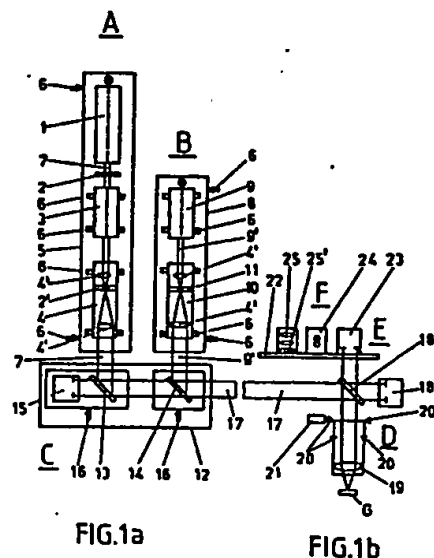
72 Erfinder: Steffen, Jörg, Dr.
Dorf
CH-3655 Sigriswül(CH)

72 Erfinder: Wüthrich, Peter
Brunnenwiesstrasse 6
CH-8500 Frauenfeld(CH)

74 Vertreter: Pulpytel, Josef et al,
c/o PPS Polyvalent Patent Service AG Mellingerstrasse 1
CH-5400 Baden(CH)

64 Laser-Pattern-Generator und Verfahren zu dessen Betrieb.

57 Zur Positionsbestimmung und zur Korrektur von mechanischen Bewegungen beim Schreiben von Linien mit einem Schreiblasersstrahl (7) und einem Testlasersstrahl (9') in einem metallisierten, dreidimensionalen, integrierten Schaltkreis werden beide Strahlen (7, 9') auf dieselbe Achse gebracht und mit Hilfe eines einzigen Testlasersstrahlteilers (18) sowohl in den Objektivkopf (D) und auf das Werkstück (G) als auch in einen Revolverkopf (E) geführt, der wechselweise mehrere Mess- oder Beobachtungsgeräte einsetzen kann. Einzelne Teile sind gut einstellbar und bei der automatischen Auswertung der festgestellten Werte kann daraus direkt und mit der gewünschten Geschwindigkeit die Korrektur eines eventuellen Fehlers erreicht werden. Für das Ordnen und für das Verkürzen der Strahlenwege wird ein Laserstrahlensammler (C) eingesetzt, der zweckmässig auch mit einem Schreiblasersstrahldetektor (15) versehen ist. Ein weiterer Detektor (18') kann hinter dem Testlasersstrahlteiler (18) angeordnet sein. Die optische Verbindung zwischen dem Objektivkopf (D) und dem Revolverkopf (E) ist sehr einfach, was eventuelle Fehler durch Vibrationen verhindert. Das erfindungsgemässe Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung ist insbesondere für schnelles und präzises Bearbeiten von metallisierten, dreidimensionalen, integrierten Schaltkreisen (Wafer) geeignet.



0168351

- 1 -

Laser-Pattern-Generator und Verfahren zu dessen Betrieb

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Feststellen von Referenzdaten zur Positionsbestimmung und zur Korrektur von mechanischen Bewegungen
5 beim Schreiben von Linien mit einem Schreiblaserstrahl in einem Werkstück mit einem metallisierten, dreidimensionalen, integrierten Schaltkreis. Die vorgenannte Vorrichtung wird kurz als "Laser-Pattern-Generator" bezeichnet.

Eine Lösung dieser Art ist aus der europäischen Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 0 128 993 bekannt. In dieser Patentanmeldung ist ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, bei welchen zusätzlich zum Schreiblaserstrahl auch ein Tastlaserstrahl verwendet wird. Bei der Bearbeitung des Werkstückes mit dem Schreiblaserstrahl tastet der Tastlaserstrahl die Oberfläche des Werkstückes ab. Diese Tastlaserstrahlung wird von der Oberfläche des Werkstückes reflektiert und in einem Strahlendetektor, z.B. in einer Differentialfotodiode, empfangen und ausgewertet. Die ausgewerteten Messungen werden dann für die automatische Erfassung oder
10 Regulation der relativen Bewegung des Werkstückes in bezug auf den Schreiblaserstrahl verwendet.

In der europäischen Patentanmeldung (Veröffentlichungs-Nr. 0 088 045) ist ein Verfahren zur Herstellung elektrisch leitender Bereiche in integrierten monolythischen Halbleiteranordnungen sowie danach hergestellte Halbleiteranordnung hoher Packungsdichte beschrieben.
25

Bei der Herstellung kund nspezifischer integrierter Schaltungen werden handelsübliche Siliziumscheiben mit P- und N-

resp. N- und P- Strukturen verwendet, auf welchen j nach Verwendungszweck spezifische Kontaktflächen zur Verbindung dieser Strukturen erzeugt werden müssen. Im Gegensatz zu bekannten Technologien werden auf einer Siliziumscheibe galvanisch leitende Bereiche mit standardisierten Aussparungen, 5 welche nach einem vorbestimmten Raster angeordnet sind, beispielsweise durch eine Ätz- oder Auftragungstechnik erzeugt. Je nach der zu erzielenden Schaltungskonfiguration wird nun zwischen diesen Aussparungen die leitfähige Schicht aus Aluminium mittels eines Elektronen- oder elektromagnetischen Strahls direkt oder indirekt entfernt. Besonders geeignet ist hierfür ein Laserstrahl, welcher auf einfache 10 Weise positioniert und gesteuert werden kann und zur Belichtung einer photosensitiven Schicht dient. Dazu werden die Siliziumscheiben relativ zum Laserstrahl kontinuierlich bewegt entlang dem vorbestimmten Raster und die Laserleistung 15 wird mit einem Modulator ein- und ausgeschaltet entsprechend der gewünschten Abtragungsgeometrie. Der Rasterabstand ist in der Größenordnung von 1-7 μm , die Breite der abgetragenen Linien ist 0.4-2 μm und die Bearbeitungsgeschwindigkeit ist in der Größenordnung von 1-2 Stunden pro 4" Silizium- 20 scheibe. Daraus ergibt sich eine Bewegungsgeschwindigkeit von 30-100 cm/s und eine Positionstoleranz von 0.3-2.5 μm bei einer Verschiebelänge von 4". Diese Werte der Positionstoleranz können mit mechanischen Verschiebeeinheiten nicht 25 erreicht werden. Die Herstellung der insularen leitenden Bereiche erfolgt anschliessend durch eine Photo-Ätztechnik. Durch dieses Verfahren kann auf teure anwendungsspezifische Photomasken verzichtet werden. Eine entsprechend hergestellte Halbleiteranordnung weist auf ihrer leitenden Schicht die 30 nach dem vorgegebenen Raster angeordneten Aussparungen auf, die End- und/oder Eckpunkte insularer leitender Bereiche darstellen.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, 35 die eine präzise gegenseitige Führung des Schreiblasers-

strahls in bezug auf das Werkstück auch bei dreidimensionalen Strukturen sichert und sowohl eine Positionsbestimmung bzw. Synchronisation, wie auch eine Positionskorrektur, bzw. Korrektur der mechanisch nicht linearen Bewegung ermöglicht.

Dieses Verfahren und diese Vorrichtung sollen die Erstellung von z.B. 2 µm breiten Trennflächen, d.h. von sogenannten Linien, mit einer Geschwindigkeit von über 300 mm/s ermöglichen.

- 10 Die vorgenannte Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der metallisierte Raster des Werkstückes während der linienartigen Arbeitsbewegungen mit dem mittels eines Modulators modulierten d.h. abgeschwächten oder nicht abgeschwächten Schreiblaserstrahl oder einem auf dieselbe Achse gebrachten Tastlaserstrahl abgetastet wird, dass der reflektierte Laserstrahl
- 15 in wenigstens einem Strahlendetektor empfangen und danach ausgewertet wird, wobei die ausgewerteten Signale zur Positionsbestimmung und zur Korrektur der Relativbewegung des Werkstückes und des Schreiblaserstrahls verwendet werden.
- 20 Der Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass das vorgenannte Verfahren eine präzise Führung der gegenseitigen Lage des Werkstückes und des Schreiblaserstrahls ermöglicht und zwar auch in dreidimensionalen Strukturen, bei welchen das Streulicht entsteht und das Feststellen der Referenzdaten verfälschen könnte, wobei der Schreiblaserstrahl sowohl
- 25 beim Schreiben wie im eventuell abgeschwächten Zustand zum Abtasten verwendet werden kann.

- Nach einer Weiterausbildung gemäß dem Anspruch 2 werden der oder die Laserstrahlen senkrecht oder mit einer Abweichung
- 30 bis $\pm 10^\circ$ auf die bearbeitete Fläche des integrierten Schaltkreises des Werkstückes gesendet. In dem angegebenen Toleranzbereich arbeitet der Schreiblaserstrahl bzw. der Abtastlaserstrahl ausreichend zuverlässig.

Gemäss dem Anspruch 3 wird die Korrektur der von der Linie abweichenden Bewegung des Werkstücks mit einem steuerbaren Strahlableiter, z.B. mit steuerbarem Umlenkspiegel vor dem Objektiv und/oder mit steuerbarer schräggestellter Planplatte nach dem Objektiv und/oder mit steuerbarer Verschiebung des Objektives durchgeführt. Durch die genannten verschiedenen Verfahrensschritte erreicht man mit einfachen Mitteln die gewünschte Korrektur.

Gemäss dem Anspruch 4 ist es zweckmässig, wenn ein Modulationssignal des Schreiblaserstrahls den Verstärkungsfaktor eines Signalverstärkers direkt steuert, so dass auch bei unterschiedlicher Strahlleistung gleiche Ausgangssignale erreicht werden.

Nach einer Weiterentwicklung gemäss Anspruch 5 fällt der polarisierte Schreiblaserstrahl durch einen polarisierenden Strahlteiler als Analysator des elektrooptischen Modulators-Strahlschalters auf die bearbeitete Fläche des Werkstücks und der Strahlendetektor erhält in beiden Zuständen des Modulators - Strahlschalters dieselbe Leistung.

Gemäss der vorteilhaften Lösung nach Anspruch 6 wird zusätzlich zum Schreiblaserstrahl ein Tastlaserstrahl verwendet, welcher mit einem dichroitischen Strahlteiler auf dieselbe Achse gebracht wird und denselben Strahlengang durchläuft wie der Schreiblaserstrahl, somit werden für die Wellenlänge des Schreiblaserstrahls ungünstige Oberflächenzustände der integrierten Schaltung des Werkstückes ausgeglichen und die Wellenlänge des Tastlaserstrahls wird von derjenigen des Schreiblaserstrahls unterschiedlich gewählt. Diese Lösung ist in dem Fall notwendig, wenn man zwei wesentlich verschiedene Wellenlängen in bezug auf die Oberfläche des bearbeiteten Werkstückes benötigt.

Es ist vorteilhaft, wenn gemäss dem Anspruch 7 neben dem Signal des reflektierten Laserstrahls das diffusgestreute

- Licht mit einem zusätzlichen Detektor gemessen und das Verhältnis der beiden Signale gebildet wird und dadurch die unterschiedliche lokale Oberflächenbeschaffenheit der integrierten Schaltungen des Werkstückes, wie Reflektions- und Streuverhalten der metallisierten Oberfläche und der darunter liegenden Materialien, kompensiert werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens werden eventuelle Fehler verhindert, die infolge von verschiedenen Materialien oder verschiedener Bearbeitung der Oberfläche der Materialien entstehen könnten.
- 10 Besonders vorteilhaft ist es, wenn gemäss Anspruch 8 der Schreibblaserstrahl (Blaustrahl) und der Tastlaserstrahl (Rotstrahl) in einem Laserstrahlensammler mit einem Schreiblaserstrahlteiler und einem Tastlaserstrahlspiegel in einen Objektivkopf reflektiert werden und wenn ein Teil des
- 15 Schreiblaserstrahls mit dem Schreiblaserstrahlteiler in einen Schreiblaserstrahldetektor abgezweigt wird. Der Vorteil dieser Weiterentwicklung besteht darin, dass im Laserstrahlensammler beide Laserstrahlen präzise ausgerichtet werden können, was zusätzlich beim Schreiblaserstrahl durch den zuständigen Schreiblaserstrahldetektor kontrolliert und bzw.
- 20 gesteuert wird. Es ist zweckmässig, wenn der metallisierte, dreidimensionale, integrierte Schaltkreis mit einer Foto-lackschicht bedeckt ist, die vom Schreiblaser belichtet wird.
- 25 Gemäss einer Weiterbildung nach Anspruch 9 werden der Schreiblaserstrahl und der Tastlaserstrahl im Laserstrahlensammler auf derselben Achse auf einen Tastlaserstrahlteiler des Objektivkopfes geführt, von dem der Tastlaserstrahl und der Schreiblaserstrahl durch das Objektiv auf das Werkstück
- 30 geführt werden. Ein Teil des reflektierten Tastlaserstrahls wird durch den Tastlaserstrahlteiler in einen Revolverkopf reflektiert. Der Vorteil ist darin zu sehen, dass die gemeinsame Führung des Schreiblaserstrahls und des Tastlaserstrahls die Präzision der Funktion weiter erhöht, weil man
- 35 wenigstens in einem bestimmten Teil des Strahlenganges für

beide Laserstrahlen dieselben optischen Bestandteile verwenden kann.

Gemäss Anspruch 10 ist es zweckmässig, wenn die in Detektoren und/oder aus dem Objektivkopf und/oder aus dem Revolverkopf festgestellten Laserlicht-Signale ausgewertet werden und die Funktionslage somit erfasst oder erreicht wird. Dieses Verfahren kann mit an sich bekannten elektronischen Mitteln automatisch mit ausreichender Genauigkeit arbeiten.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 enthält gemäss Anspruch 11 ein Schreiblasengerät mit nachgeschaltetem Modulator, einen Aufweiter und ein Objektiv und für die Auswertung ist ein Strahlteiler des reflektierten Lichtes einem Detektor zugeordnet.

Gemäss einer Weiterentwicklung ist nach Anspruch 12 der Strahlteiler ein polarisierender Strahlteiler, welcher als Analysator des elektrooptischen Modulators vorgesehen ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Vorrichtung gemäss Anspruch 13 besteht darin, dass die Laserschreibvorrichtung zusätzlich ein Tastlasergerät mit einer vom Schreiblasengerät unterschiedlichen Wellenlänge enthält und dass die Vorrichtung mit einem dichroitischen Strahlteiler zum Überlagern des Tastlaserstrahls auf die Achse des Schreiblaserstrahls und zum nachträglichen Separieren des Tastlaserstrahls auf einen Detektor versehen ist. Die Verwendung des dichroitischen Strahlteilers ermöglicht eine einfache Auswertung bei Verwendung von zwei Lasern mit verschiedenen Wellenlängen.

Nach einer vorteilhaften Variante gemäss Anspruch 14 enthält eine Steuervorrichtung zum Erreichen der richtigen gegenseitigen Lage des integrierten Schaltkreises und der Laserstrahlung einen Regelkreis, welcher aus einem Operationsverstärker mit nachgeschaltetem Hochspannungsverstärker und

mind stens einem Piezoelement besteht. Das wenigstens eine Piezoelement ist zur mechanischen sehr f inen und schn llen Steuerung der beweglichen Teile insbesondere geeignet.

Nach einer vorteilhaften Weiterentwicklung gemäss Anspruch
5 15 bildet der Objektivkopf mit dem Revolverkopf ein gemeinsames Optikmodul, dessen Verbindungsteil nur der Tastlaserstrahlteiler ist. Diese Lösung ist besonders zweckmässig, weil zwischen dem Objektivkopf und dem Revolverkopf kein Umlenkspiegel steht, der die Abtastfläche des Detektors und
10 damit dessen Geschwindigkeit beeinflusst.

Es ist vorteilhaft, wenn nach Anspruch 16 der Laserstrahlensammler mit einem Schreiblaserstrahldetektor versehen ist. Diese Konstruktion ermöglicht, die Richtung und eventuell auch die Breite des Schreiblaserstrahls gleich hinter der
15 Schreiblaserstrahlquelle zu korrigieren und eventuelle Ungenauigkeiten zu erfassen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform gemäss Anspruch 17 ist der Revolverkopf mit wenigstens zwei der drei Einheiten: Tastlaserstrahldetektor, Scherungs-Interferometer-Okular und
20 Mikroskopokular mit Fadenkreuz, versehen. Durch diese Anordnung werden in der unmittelbaren Nähe des Objektivkopfes wenigstens zwei für die Kontrolle der Funktionsweise der Vorrichtung zweckmässige Apparate angeordnet. Die Verbindung dieser Funktionsteile mit dem Revolverkopf ist sehr platzsparend und ermöglicht die beliebige Wahl einer bestimmten
25 optischen Einheit des Objektivkopfes.

Nach einer Weiterbildung gemäss Anspruch 18 ist die Schreiblaserstrahlquelle und/oder die Tastlaserstrahlquelle mit je wenigstens einer Lochblende innerhalb des Aufweiters versehen.
30 Diese Massnahme sichert ausreichend bildinformationsfreie Laserstrahlen, wie sie bei den neuartigen Verfahren zweckmässig sind. Die Lochblende wird auch als "pinhole" bezeichnet.

Nach Anspruch 19 ist zw eckmässigerweise das Mikroskopokular d s Objektivkopf s mit einem Schreibleasersperrfilter versehen. Diese Lösung verhindert, dass das menschliche Auge mit einer zu hohen Strahlungsleistung eventuell beschädigt wird.

- 5 Nach einer Weiterbildung nach Anspruch 20 ist in Richtung der auf derselben Achse geführten Schreib- und Tastlaserstrahlen hinter dem Tastlaserstrahlteiler ein Detektor angeordnet. Dieser weitere Detektor kann die Richtung des gemeinsamen Strahlenganges der Tast- und Schreiblaserstrahlen
10 kontrollieren.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn nach Anspruch 21 wenigstens ein Detektor aus mehreren Feldern besteht. Diese Lösung signalisiert nicht nur eine eventuelle Abweichung von der gewünschten Richtung sondern auch die Richtung, in welcher diese Abweichung stattfindet. Dies erleichtert die Auswertung einer eventuellen Abweichung und deren automatische Korrektur.

Die Erfindung wird anhand mehrerer Zeichnungen näher erläutert.

- 20 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Anordnung der besonders vorteilhaften erfindungsgemässen beispielsweise Ausführungsform, wobei die Fig. 1a im linken Teil in Draufsicht und die Fig. 1b im rechten Teil in Vorderansicht gezeichnet sind,
25

Fig. 2 eine Vorderansicht auf den Laserstrahlensammler aus der Figur 1a,

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Laserstrahlensammler gemäss Fig. 2,

- Fig. 4 in Optikmodul, bestehend aus inem Objektivkopf und einem Revolv rkopf, in teilweisem Schnitt,
- Fig. 5 den Schnitt V-V aus der Fig. 4,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf den Revolverkopf aus der Fig. 4,
- 5 Fig. 7 eine beispielsweise Ausführungsform eines Detektors mit mehreren Feldern,
- Fig. 8 eine andere beispielsweise erfindungsgemässe Lösung, bei der das Abtasten und das Schreiben mit demselben Laserstrahl durchgeführt wird,
- 10 Fig. 9 eine Ausführungsform mit polarisiertem Schreiblasers- strahl und einem polarisierenden Strahlteiler,
- Fig. 10 eine beispielsweise Ausführungsform mit zwei Lasern mit verschiedenen Wellenlängen,
- Fig. 11 eine beispielsweise Lösung, bei der der Tastlaser- strahl senkrecht auf das Werkstück fällt und zwei Strahlteiler vorgesehen sind,
- 15
- Fig. 12 eine Variante der Lösung gemäss der Fig. 11, bei der ein polarisierender Strahlteiler verwendet wird,
- Fig. 13 eine andere Variante, in der ein dichroitischer Strahlteiler für zwei verschiedene Laserstrahlen Verwendung findet,
- 20
- Fig. 14 einen schematischen Schnitt durch den Optikkopf, wo- bei sowohl der reflektierte Laserstrahl als auch das diffuse Licht ausgewertet werden,
- 25 Fig. 15 ein Werkstück mit metallisiertem Raster und bei- spielsweise angeordneten Laserflecken und

Fig. 16a bis 16c

drei Intensitätsverteilungen, die der Lage der Laserflecke in der Fig. 15 entsprechen.

Gemäss Fig. 1a sind die Schreiblaserstrahlquelle A und die
 5 Tastlaserstrahlquelle B parallel mit optischen Achsen in horizontaler Lage angeordnet. Die Schreiblaserstrahlquelle A enthält ein Schreiblasergerät 1, hinter welchem sich ein Laserstrahlschalter 2 zum Ausschalten des Schreiblaserstrahls 7 bei offenem Gerät befindet. Eine Lochblende 2' ist in einem Aufweiter 4 des Schreiblasergeräts 1 angeordnet. Zwischen diesen Bestandteilen befindet sich in der optischen
 10 Achse ein Modulator 3. Linsen des Aufweilers 4 sind mit der Ziffer 4' bezeichnet und die ganze Schreiblaserstrahlquelle A ist in einem Gehäuse 5 gelagert. Der Modulator 3 und der
 15 Aufweiter 4 sind mit einstellbaren Befestigungselementen 6 im genannten Gehäuse 5 gehalten. Das ganze Gehäuse 5 ist ebenfalls mit einstellbaren Befestigungselementen 6 versehen, die ermöglichen, die optische Achse dieser Schreiblaserstrahlquelle A richtig zu ordnen. Der Schreiblaserstrahl
 20 ist mit Bezugsziffer 7 bezeichnet. Die Tastlaserstrahlquelle B ist in einem Gehäuse 8 gelagert. Sie enthält ein Tastlasergerät 9, aus welchem ein Tastlaserstrahl 9' in den Aufweiter 10 der Tastlaserstrahlquelle B geleitet ist. Auch
 dieser Aufweiter 10 enthält zusätzlich zu den schon erwähnten Linsen 4' eine Lochblende 11. Die Tastlaserstrahlquelle
 25 B enthält auch weitere Elemente, die schon bei der Beschreibung der Schreiblaserstrahlquelle A erwähnt wurden.

Gleiche Teile sind in allen Zeichnungen mit denselben Bezugsziffern versehen.

30 Aus dem Tastlasergerät 9 wird ein Tastlaserstrahl 9' in den Aufweiter 10 geführt. Die Bestandteile der Tastlaserstrahlquelle sind in einem Gehäuse 8 gelagert, das gleich wie das Gehäuse 5 der Schreiblaserstrahlquelle A mit einstellbaren Befestigungselementen 6 in die richtige Position gebracht

werden kann. In der Richtung der optischen Achsen des Schreiblaserstrahls 7 und des Tastlaserstrahls 9' befindet sich ein Laserstrahlensammler C. Dieser enthält in einem Gehäuse 12 einen Schreiblaserstrahlteiler 13 und einen Tastlaserstrahlspiegel 14, die in der Fig. 1a in Draufsicht dargestellt sind. Diese Elemente sind einstellbar mittels Einstellelementen 16 im genannten Gehäuse 12 gelagert. Links vom Schreiblaserstrahlteiler 13 befindet sich ein Schreiblaserstrahldetektor 15, der die richtige Ausgangslage des Schreiblaserstrahls 7 kontrolliert. Der reflektierte Schreiblaserstrahl 7 und der reflektierte Tastlaserstrahl 9' verbinden sich auf einer derselben Achse 17, die dann direkt in die Fig. 1b führt. Diese Fig. 1b weist eine vertikale optische Achse auf. Der gemeinsame Strahlengang 17 fällt zuerst auf einen Tastlaserstrahlteiler 18. Von diesem geht der überwiegende Teil der Strahlung in das Objektiv 19 des Objektivkopfes D und weiter auf das Werkstück D. In der Richtung der auf derselben Achse geführten Schreib- und Tastlaserstrahlen 17 befindet sich hinter dem Tastlaserstrahlteiler 18 ein Detektor 18'. Die Aufgabe dieses Detektors 18' ist, den richtigen Strahlengang 17 zu überwachen. Das Objektiv 19 weist Einstellelemente 20 auf, wobei einige von ihnen mit einem piezoelektrischen Antrieb 21 versehen sind. Direkt oberhalb des Objektivkopfes D ist ein Revolverkopf E drehbar angeordnet, wobei dieser Objektivkopf D und der Revolverkopf E eine funktionelle Einheit, ein Optikmodul F bilden. Der Objektivkopf E enthält im wesentlichen einen Revolverhalter 22, auf dem sich drehbar in diesem Beispiel ein Tastlaserstrahldetektor 23, ein Scherungs-Interferometer-Okular 24 (shearing-interferometer) und ein Mikroskopokular 25 mit Fadenkreuz befinden. Dieses Mikroskopokular 25 ist aus Sicherheitsgründen mit einem Schreiblasersperrfilter 25' versehen.

Der Laserstrahlensammler C, der Objektivkopf D und das Optikmodul F, das aus dem Objektivkopf D und dem Revolverkopf E besteht, werden in den nächsten Zeichnungen näher dargestellt und im Text ausführlicher beschrieben. In der Zeich-

nung 1b ist aus Übersichtlichkeitsgründen der Revolverkopf E in einer entwickelten, also geradlinigen Form gezeichnet. Die richtige kreisförmige Form wird später anhand der Fig. 6 sichtbar.

- 5 Die Fig. 2 zeigt in Vorderansicht den Laserstrahlensammler C. In einem Halter 26 ist der schon beschriebene Schreiblas-
serstrahlteiler 13 kardanisch aufgehängt. Auf ähnliche Weise
ist in einem Halter 27 der ebenfalls schon erwähnte Tastla-
serstrahlspiegel 14 angeordnet. Mehrere Tragelemente 28 des
10 Laserstrahlensammlers C sind zwar für die Funktionsweise des
Verfahrens und der Vorrichtung nicht wichtig, es ist jedoch
selbstverständlich, dass sie ausreichend massiv hergestellt
werden, was übrigens auch Führungsplatten 28' der Halter 26,
27 und einen Verbindungskörper 30 betrifft. Stellschrauben
15 29 dienen für die Einstellung der Halter 26, 27. Der massive
Verbindungskörper 30 verbindet die Tragelemente 28 mit einem
Arbeitstisch 31. Mit einem Tragelement 28 ist im linken Teil
der Fig. 2 auch der schon erwähnte Schreiblaserstrahldetek-
tor 15 befestigt.
- 20 In der Fig. 3 ist eine Draufsicht auf die konstruktive Aus-
bildung gemäss der Fig. 2 veranschaulicht. Die Bestandteile
wurden schon vorher beschrieben. In der Fig. 3 sind zusätz-
lich noch die Stellschrauben 29' und Führungsplatten 28' ge-
zeigt. Diese Stellschrauben 29 gemeinsam mit den Stell-
25 schrauben 29' ermöglichen die richtige Einstellung der Ele-
mente 13, 14.

- Gemäss Fig. 4 ist ein teilweiser vertikaler Schnitt durch
das Optikmodul F gezeigt, das im unteren Teil aus dem Objek-
tivkopf D und im oberen Teil aus dem Revolverkopf E be-
steht. Die Bestandteile des Objektivkopfes D werden im we-
30 sentlichen mit vier Stangen 32 gehalten, die parallel mit
der optischen Achse durch den ganzen Objektivkopf D geführt
werden und in Stangenhaltern 33 gelagert sind. Im unteren
Teil des Objektivkopfes D ist die gegenseitige Lage von zwei

Stangenhaltern 33 mittels zwei Blattfedern 34 fixiert. Der Tastlaserstrahlteiler 18 ist in einem Halter 35 gelagert.

Auf diesen Tastlaserstrahlteiler 18 kommen von links die auf derselben Achse geführten Schreib- und Tastlaserstrahlen, die in diesen gemeinsamen Strahlengang mit der Bezugsziffer 17 bezeichnet sind. Zur Halterung des Objektivs 19 dient unter anderem auch ein Objektivhalter 36. Es ist selbstverständlich, dass die Bestandteile des Objektivkopfes D entlang der vier Stangen 32 verschoben werden können und so die optimale gegenseitige Lage der optischen Teile eingestellt werden kann. Dies betrifft selbstverständlich nur die Lage der Teile in der Richtung der optischen Achse. Für Bewegungen senkrecht zu der optischen Achse ist der piezoelektrische Antrieb 21 vorgesehen. Die Stangenhalter 33 und andere Befestigungselemente werden mit Schrauben 37 zusammengehalten, von welchen nur einige eingezeichnet sind, weil sie die Erfindungsidee nicht betreffen und Schraubenverbindungen selbstverständlich an sich bekannt sind. Mit dem oberen Teil des Objektivkopfes D ist ein Revolverkopfdrehtisch 38 drehbar verbunden. Für die ausreichend feste aber drehbare Fixierung dieses Revolverkopfdrehtisches 38 dient ein Revolverhalter 22, der mit einer Befestigungsschraube 44 in einem Träger 43 befestigt ist. Im Revolverkopf E sind in diesem Beispiel drei selbständige Elemente gelagert. Vor allem sollte man ein Prisma 40 erwähnen, mit welchem man die horizontale optische Achse in die vertikale Richtung bringen kann. Der Scherungs-Interferometer enthält ein Okular 24 mit einer Mattscheibe und eine Planplatte 39. Der Revolverkopf E enthält weiter das Mikroskopokular 25 mit einem Fadenkreuz und den Tastlaserstrahldetektor 23. Diese Bestandteile sind auf einem Revolverkopfdrehtisch 38 angeordnet, der in diesem Fall drei Bohrungen 42 aufweist. Diese Bohrungen 42 und eine anschaulichere Darstellung des Revolverkopfes E sind aus der folgenden Fig. 6 gut ersichtlich. In der vertikalen optischen Achse ist unter dem Prisma 40 ein Schreiblasersperrfilter 25' und eine Tubuslinse 41 gelagert.

Die Fig. 5 zeigt den Schnitt V-V aus der Fig. 4. Es handelt sich also um den Schnitt durch den Objektivkopf D, wo auch die Befestigung dieses Objektivkopfes D gut sichtbar ist. Im oberen Teil der Fig. 5 ist der mehrteilige Träger 43 gezeigt, der eine dicke Platte enthält und zur Aufnahme der Befestigungsschraube 44 des Revolverkopfes E dient.

In der Fig. 6 ist eine vereinfachte Draufsicht auf den Revolverkopf E dargestellt. Diese Zeichnung veranschaulicht den Tastlaserstrahldetektor 23 mit einem Arretierstift 46 sowie das Scherungs-Interferometer-Okular 24 mit einer Planplatte 39 und das Mikroskopokular 25. Alle diese drei Teile sind mit einem Halter 45 drehbar befestigt, so dass man beliebig den gewünschten Apparat in die optische Achse des Objektivkopfes D bringen kann. In dieser Zeichnung ist auch der Träger 43 sichtbar, auf dem der Revolverkopf E befestigt ist.

Die Fig. 7 zeigt vereinfacht ein Beispiel eines Detektors, in diesem Fall des Tastlaserstrahldetektors 23, der aus mehreren Feldern 47 zusammengesetzt ist. Bei einer richtigen Funktion wird das mittlere Feld bestrahlt, bei einer Abweichung von dieser gewünschten Lage werden ein oder mehrere Nebenfelder erfasst. Weil diese Felder 47 einzeln ausgewertet werden können, gibt dies die Information, in welcher Richtung sich die Abweichung von der richtigen Lage erstreckt.

In dieser beispielsweise Ausführungsform wurde als das Schreiblasengerät 1 ein natürlich luftgekühltes Helium-Cadmium Lasersystem (Marke Liconix, Sunnyvale, CA 94086, USA) verwendet. Dieses Lasengerät besteht aus einem stromgeregelten Hochspannungsspeisegerät Liconix, Modell 4200 PS, mit Kalt- und Warmstart, mit Zeitprogramm und Zündsteuerung, sowie aus einem Lasengerät Modell 4110B. Die Hauptmerkmale des Schreiblasengerätes 1 sind folgende: Lichtwellenlänge 442 nm, Lichtleistung ist 10 mW (Dauerlicht), die Intensität

ist normal über den Strahldurchmesser verteilt, Polarisations-Richtung ist horizontal $\pm 5\%$, Strahldurchmesser 1,1 mm.

Das Tastlasergerät 9 ist ein natürlich luftgekühltes Melles Griot, (ILEE AG, CH-Schlieren) Helium-Neon-Lasersystem, bestehend aus Lasergerät, Modell 05-LHP-111 und Modell 05-LPN-340 Speisegerät (1800 V, 6,5 mA). Die Lichtwellenlänge beträgt 633 nm, Lichtleistung ist 1 mW, Abweichung der Strahlachse nach dem Kaltstart ist $< 200 \mu\text{Rad}$, nach 15 Min. Betrieb $30 \mu\text{Rad}$. Die Strahl-Divergenz ist $< 1,3 \text{ mRad}$, Regelabweichung der Lichtleistung ist $< \pm 5\%$.

Der Modulator 3 ist ein natürlich luftgekühltes, elektrisch gesteuertes Coherent-Blaulaserlicht-Unterbrecher-System (Coherent Associates, Danbury, Conn. 06810, USA), bestehend aus dem Steuergerät Modell 31 und dem Modulator Modell 3010. Das Modulator-Rohr enthält einen bruchempfindlichen, in Flüssigkeit mit gleicher Brechungszahl eingebettetem Kaliumdihydrogenphosphat-Kristall mit zwei Steuerelektroden und einem am Ausgang angebauten Fotodioden Lichtmesser. Der Kristall wirkt als Polarisationsfilter, dessen Richtungswinkel mit einer Spannung von ca. 600 V über 90 Grad gedreht werden kann.

Der Aufweiter 4 besteht aus zwei Sammellinsen und einer Lochblende, die auch "pinhole" genannt wird, mit einem Durchmesser von $10 \mu\text{m}$, im gemeinsamen Brennpunkt der Sammellinsen. Der Aufweiter vergrößert den Durchmesser und verkleinert die Divergenz des Laserstrahls im Aufweitungsverhältnis, das ist das Verhältnis der Brennpunktabstände, und überträgt das Bild des Lichtpunktes in der Lochblende im Ausgangsstrahl, d.h. entfernt z.B. wegen Staub entstandene dunkle Punkte des ankommenden Laserstrahls und macht die Richtung des Ausgangsstrahls unabhängig von der Richtung des Eingangsstrahls.

Als Teiler 13 wird ein dichroitisch r Teiler verwendet, der aus einer planparallelen Glasplatte mit einseitig aufgedampfter dielektrischer Metallschicht besteht. Dieser lässt das Licht der bestimmten Wellenlänge, d.h. der einen Farbe, das in der Durchgangsrichtung eintrifft, in der gleichen Richtung durch, versetzt dabei den Strahlungsaustrittspunkt abhängig von der Brechungszahl des Glases für die bestimmte Wellenlänge in Abhängigkeit von der Dicke des Glases.

Der an sich bekannte piezoelektrische Antrieb 21 besteht in diesem Beispiel aus Burley, Modell PZ70, 1000 V Speisegerät und einem Burley, Modell PZ40 Piezotranslator. Der Piezokristallstapel dehnt sich in etwa proportional mit der angelegten Spannung aus und verschiebt dadurch das Objektiv 19 in der horizontalen Achse.

Ein Mikroskop besteht aus dem Objektiv 19 und dem Mikroskopokular 25. Das Objektiv 19 weist ein Sammellinsensystem mit oder ohne Standard-Deckglas auf der Arbeitsseite auf, fokussiert den konzentrisch und parallel eintretenden blauen und roten Laserstrahl zum kleinstmöglichen Brennfleck im Arbeitsabstand, leitet ein vergrößertes Luftbild des konzentrisch zum Brennfleck liegenden grün beleuchteten Bildfeldes ab, das mit dem Mikroskopokular 25 betrachtet werden kann. Es setzt die mechanische Verschiebung durch den piezoelektrischen Antrieb 21 in eine Verschiebung des Bild- und Brennfleck-Mittelpunktes um.

Das Mikroskopokular 25 ist als ein Sammellinsensystem mit der Funktion einer Lupe ausgebildet und leitet aus dem Luftbild des Objektivs 19 ein vergrößertes sichtbares Bild ab.

Der Scherungs-Interferometer besteht aus einem in den Strahlengang einschiebbaren Spiegel, einer planparallelen Glasplatte 39 und einem Okular 24, bildet ein Scherungs-Interferometer zum Messen der Abweichung des Abstandes der reflektierenden Aluminium-Fläche von der Fokussierebene des

Objektivs 19.

Die Detektoren 15, 18' und 23 bestehen zweckmässig aus je einer zentralen, inneren unempfindlicheren und einer äusseren empfindlicheren Anordnung von Silizium-Photodioden. Sie leiten aus dem vom Werkstück reflektierten oder auf eine andere Weise gewonnenen Laserstrahl die Feststellung ab, ob sich der zuständige Laserstrahl in der richtigen Lage befindet oder in einer bestimmten Richtung sich von dieser Lage entfernt.

- 10 Die Figuren 8 bis 13 zeigen in schematischer Darstellung einige mögliche Varianten des Erfindungsgegenstandes.

Fig. 8 zeigt ein vereinfachtes Funktionsschema der erfindungsgemässen Vorrichtung mit einzigem Lasergerät 1. Ein Werkstück 9 ist aus einer Siliziumplatte hergestellt und mit einem metallischen Raster versehen, der erst in den nächsten Zeichnungen gezeigt wird. Ein Pfeil 48 zeigt die Bewegungsrichtung des Werkstückes G. Mit der Ziffer 49 ist ein Schreiblaserstrahl bezeichnet, der aus einem Schreiblaser 1 durch einen Modulator 3 und einen Aufweiter 4 auf einen Umlenkspiegel 50 fällt. Dieser Schreiblaserstrahl 49 entspricht dem Schreiblaserstrahl 7, ist jedoch wegen der Übersichtlichkeit gestrichelt gezeichnet. Der Schreiblaserstrahl 49 wird dann durch den Objektivkopf D mit einem Objektiv auf das bearbeitete Werkstück G geführt. Das vom Werkstück G reflektierte Licht 51 fällt auf einen Strahlteiler 52. Von diesem wird ein Teil des Lichtes in einen Detektor 53 geleitet und durch den Strahlteiler 52 geht ein Teil des reflektierten Lichtes in ein Mikroskopokular 25.

Fig. 9 entspricht im wesentlichen der Fig. 8 mit dem Unterschied, dass in dem Objektiv D ein polarisierender Strahlteil 54 angeordnet ist, der eine Polarisationsrichtung des reflektierten Lichtes in den Detektor 53 leitet.

Fig. 10 zeigt eine Lösung, wo zusätzlich noch ein Tastlaserstrahl 55 Verwendung findet. Dies r Tastlaserstrahl 55 entspricht dem Taslaserstrahl 9' im ersten Beispiel, ist jedoch wegen der Übersichtlichkeit punktiert gezeichnet, so dass aus den Zeichnungen die Funktion der Laserstrahlen ersichtlich ist. Diese Lösung ist dann zweckmässig, wenn die Beschaffenheit der Oberfläche des Werkstückes G zwei verschiedene Wellenlängen braucht. Der Tastlaserstrahl 55 wird in einem Tastlasergerät 9 erzeugt und weiter durch einen Aufweiter 10 auf einen Umlenkspiegel 50 geführt. Von diesem Umlenkspiegel 50 reflektiert der Tastlaserstrahl 55 durch den dichroitischen Strahlteiler 56 und durch den Objektivkopf D gemeinsam mit dem Schreiblaserstrahl 49 auf die Oberfläche des Werkstückes G. Beide Laserstrahlen gehen auf das Werkstück G in derselben Linie und auch in derselben Linie kontaktieren sie den Strahlteiler 52. Der Tastlaserstrahl 55 wird von diesem Strahlteiler 52 in den Detektor 53 reflektiert. Der reflektierte Schreiblaserstrahl 51 tritt in das Mikroskopokular 25 ein.

Gemäss Fig. 11 ist der Strahlteiler 52 vor dem Objektiv D angeordnet und der reflektierte Schreiblaserstrahl 49 wird dann mit Hilfe eines weiteren Strahlteilers 52 in den Detektor 53 und in das Mikroskopokular 25 geleitet.

Bei der Ausführungsform gemäss Fig. 12 wird direkt in den Objektivkopf D ein polarisierender Strahlteiler 54 angeordnet, der eine Polarisationsrichtung des reflektiertes Lichtes 51 in den Strahlendetektor 53 leitet, wobei das Mikroskopokular 25 das reflektierte Licht direkt vom Strahlteiler 52 erhält.

Gemäss Fig. 13 werden wieder sowohl der Schreiblaserstrahl 49 als auch der Tastlaserstrahl 55 verwendet; sie werden senkrecht zu dem Werkstück G geleitet. In dem gemeinsamen Weg beider Laserstrahlen ist ein Strahlteiler 52 angeordnet, der wie in der Fig. 12 gleichzeitig einen Teil des Lichtes

in den Detektor 53 und einen Teil des Lichtes in das Mikroskopokular 25 leitet.

Fig. 14 zeigt eine Variante, bei der sowohl das reflektierte Licht 51 als auch das diffuse Licht 58 detektiert werden.

- 5 Für die Detektion des reflektierten Lichtes 51 dient ein Detektor 57, für die Detektion des diffusen Lichtes 58 ein Detektor 60. Wie aus der Fig. 14 gut sichtbar ist, liegt der Detektor 60 des diffusen Lichtes 58 um den Laserstrahl 49 herum angeordnet.

- 10 Fig. 15 zeigt sehr vereinfacht einen Teil des Werkstückes G. Mit 61 sind die Flächen mit integriertem Schaltkreis bezeichnet, wobei ein metallisierter Raster 62 als eine Referenzstruktur dient. Ein Laserfleck 63a liegt direkt auf dem metallisierten Raster 62, der zweite Laserfleck 63b teilweise
15 auf dem metallisierten Raster 62 und der dritte Laserfleck 63c direkt auf der integrierten Schaltung 61.

- Die entsprechenden reflektierten Intensitätsverteilungen werden in den Fig. 16a bis 16c gezeigt. In der Fig. 16a ist der ideale Verlauf der Intensitätsverteilung gestrichelt gezeichnet, der tatsächliche Verlauf mit dem vollen Strich
20 64a. Ähnlich ist das in der Fig. 16b, wo eine Abweichung der Kurve 64b von dem idealen Zustand gezeigt ist. Die Fig. 17c zeigt den idealen Zustand, das bedeutet, dass der wirkliche Verlauf der Intensitätsverteilung 64c mit dem idealen Verlauf
25 identisch ist.

- Der metallisierte Raster 62 dient in der erfindungsgemässen Vorrichtung als Referenzstruktur. Der Abstand zweier Rasterstreifen ist z.B. 7 μm und ihre Breite 5 μm (Fig. 15). Das Schreiblasengerät 1 ist in den letztgenannten Beispielen
30 z.B. ein Argonionenlaser von 1 bis 5 mW Leistung bei 458 nm Wellenlänge (z.B. Spectra Physics, Mountain View, California, Mod. 162A.07; American Laser Corp., Salt Lake City, Utah, Mod. 60C), oder ein He-Cd-Laser von 7 bis 40 mW Lei-

stung bei 442 nm, oder 1 bis 10 mW bei 325 nm (z.B. Liconix, Sunnyvale, California, Mod. 4200 N oder Mod. 4200 NB).

Auch das Schalten der kontinuierlichen Laserleistung wird mit einem elektrooptischen Modulator - Strahlschalter 3 (z.B. Coherent Inc., Palo Alto, California, Modulator Div. Mod. 3010) oder einem akustooptischen Modulator - Strahlschalter (z.B. Coherent Modulator Div. Mod. 304D) durchgeführt. Die benötigte Schaltzeit ergibt sich aus der Schreibgeschwindigkeit und der örtlichen Auflösung und ist z.B. 2 us. Der nachfolgende Strahlaufweiter 4 erhöht den Strahldurchmesser z.B. auf das Zehnfache. Der horizontale Schreibstrahl 49 wird in vertikaler Richtung umgelenkt mit dem Umlenkspiegel 50. Das Objektiv 19 besitzt in diesem Beispiel eine Brennweite von 18 mm und einen Durchmesser von 10 mm. Die resultierende Fleckgrösse ist etwa 2 μ m und die Schärfentiefe ist etwa 13 μ m. Der Umlenkspiegel 50 kann steuerbar oder justierbar angeordnet sein.

Das Tastlasergerät 9 ist in diesem Beispiel ein He-Ne Laser von 1 mW Leistung und 0,65 mm Strahldurchmesser. Dieser wird mit einem Aufweiter 10 auf das 4-fache vergrössert und mit einem justierbaren Umlenkspiegel 50 dem Schreiblaserstrahl 49 überlagert.

Die Funktionsweise des Erfindungsgegenstandes wurde teilweise schon in vorigen Teilen beschrieben. Es bestehen mehrere Varianten. Bei der Lösung gemäss Fig. 8 wird das Abtasten und das Schreiben mit demselben Laserstrahl 49 durchgeführt. Gemäss der Fig. 9 wird der Schreiblaserstrahl 49 durch einen polarisierenden Strahlteiler 54 auf die Oberfläche des Werkstückes G geschickt, wobei der Strahlteiler 54 in diesem Fall als Analysator des elektrooptischen Modulators 3 dient. Der Detektor 53 erhält also bei offenem oder geschlossenem Strahlschalter dieselbe Leistung. Die Fig. 10 zeigt separate Abtast- und Schreiblaserstrahlen 49, 55, die jedoch auf dieselbe Achse gebracht werden und zwar mit Hilfe

von dichroitischem Spiegel 56. Dieser Spiegel weist den Vorteil auf, dass er für eine Wellenlänge 100% Transmission und für eine andere Wellenlänge 100% Reflexion hat. Diese Lösung ermöglicht auch beide Laserstrahlen 49, 55 mit demselben Objektiv zu fokussieren. Die Varianten gemäss den Fig. 11 bis 13 sind insbesondere für Werkstücke mit hohem Relief geeignet.

- 22 -

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Feststellen von Referenzdaten zur Positionsbestimmung und zur Korrektur von mechanischen Bewegungen beim Schreiben von Linien mit einem Schreiblaserstrahl (7, 49) in einem Werkstück (G) mit einem metallisierten, dreidimensionalen, integrierten Schaltkreis (57), dadurch gekennzeichnet, dass der metallisierte Raster (58) des Werkstückes (G) während der linienartigen Arbeitsbewegungen mit dem mittels eines Modulators (3) modulierten abgeschwächten oder nicht abgeschwächten Schreiblaserstrahl (7, 49) oder einem auf dieselbe Achse gebrachten Tastlaserstrahl (9', 55) abgetastet wird, dass der reflektierte Laserstrahl (51) in wenigstens einem Strahlendetektor (15, 18', 53) empfangen und danach ausgewertet wird, wobei die ausgewerteten Signale zur Positionsbestimmung und zur Korrektur der Relativbewegung des Werkstücks (D) und des Schreiblaserstrahls (7, 49) verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Laserstrahlen (7, 9', 49, 55) senkrecht oder mit einer Abweichung bis $\pm 10^\circ$ auf die bearbeitete Fläche des integrierten Schaltkreises (57) des Werkstückes (G) gesendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur der von der Linie abweichenden Bewegung des Werkstücks (G) mit einem steuerbaren Strahlableiter, z.B. mit steuerbarem Umlenkspiegel (50) vor dem Objektiv und/oder mit steuerbarer schräggestellter Planplatte nach dem Objektiv (19) und/oder mit steuerbarer Verschiebung des Objektivs (19) durchgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Modulationssignal d s Schreiblaserstrahls (7, 49) den Verstärkungsfaktor eines Signalverstärkers direkt steuert, so dass auch bei unterschiedlicher Strahlleistung gleiche Ausgangssignale erreicht werden.
- 5
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der polarisierte Schreiblaserstrahl (49) durch einen polarisierenden Strahlteiler (54) als Analysator des elektrooptischen Modulators (3) auf die bearbeitete Fläche des Werkstücks (G) gestrahlt wird, so dass der Strahlendetektor (53) in beiden Zuständen des Strahlschalters dieselbe Leistung erhält.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich zum Schreiblaserstrahl (7, 49) ein Tastlaserstrahl (9', 55) verwendet wird, welcher mit einem dichroitischen Strahlteiler (56) auf dieselbe Achse gebracht wird und denselben Strahlengang (17) durchläuft wie der Schreiblaserstrahl (7, 49), dass somit für die Wellenlänge des Schreiblaserstrahls (7, 49) ungünstige Oberflächenzustände der integrierten Schaltung des Werkstückes (G) ausgeglichen werden und dass die Wellenlänge des Tastlaserstrahls (9', 55) von derjenigen des Schreiblaserstrahls (7, 49) unterschiedlich gewählt wird.
- 15
- 20
- 25
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass neben dem Signal des reflektierten Laserstrahls (49) das diffuse Licht (58) mit einem zusätzlichen Detektor (60) gemessen und das Verhältnis der beiden Signale gebildet wird und dass die unterschiedliche lokale Oberflächenbeschaffenheit der integrierten Schaltungen des Werkstückes (G), wie Reflektions- und Streuverhalten der metallisierten Oberfläche und d r darunterliegenden Materialien, kompensiert werden.
- 30

8. Verfahren nach Anspruch 1 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schreiblaserstrahl (7) und der Tastlaserstrahl (9') in einem Laserstrahlensammler (C) mit einem Schreiblaserstrahlteiler (13) und einem Tastlaserstrahlspiegel (14) in einen Objektivkopf (D) reflektiert werden und dass ein Teil des Schreiblaserstrahls (7) mit dem Schreiblaserstrahlteiler (13) in einen Schreiblaserstrahldetektor (15) abgezweigt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Schreiblaserstrahl (7) und der Tastlaserstrahl (9') im Laserstrahlensammler (C) auf derselben Achse auf einen Tastlaserstrahlteiler (18) des Objektivkopfes (D) geführt werden, von dem der Tastlaserstrahl (9') und der Schreiblaserstrahl (7) durch das Objektiv (19) auf das Werkstück (G) geführt werden, und dass ein Teil des reflektierten Tastlaserstrahls (9') durch den Tastlaserstrahlteiler (18) in einen Revolverkopf (E) reflektiert wird.
10. Verfahren nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass die in Detektoren (15, 18', 23) und/oder aus dem Objektivkopf (D) und/oder aus dem Revolverkopf (E) festgestellten Laserlicht-Signale ausgewertet werden und dass die richtige Funktionslage erreicht oder erfasst wird.
11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserschreibvorrichtung ein Schreiblasergerät (1) mit nachgeschaltetem Modulator (3), einen Aufweiter (5) und ein Objektiv (19) enthält und für die Auswertung ein Strahlteiler (52) des reflektierten Lichtes (51) einem Detektor (53) zugeordnet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Strahlteiler ein polarisierender Strahlteiler

(54) ist, welcher als Analysator des elektrooptischen Modulators (3) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Laserschreibvorrichtung zusätzlich ein Tastlasergerät (9) mit einer vom Schreiblasergerät (1) unterschiedlichen Wellenlänge enthält und dass sie mit einem dichroitischen Strahlteiler (56) zum Überlagern des
Tastlaserstrahls (55) auf dieselbe Achse wie der
Schreiblaserstrahl (49) und zum nachträglichen Separieren
10 des Tastlaserstrahls (55) auf einem Detektor (53) versehen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
15 dass eine Steuervorrichtung zum Erreichen der richtigen gegenseitigen Lage des integrierten Schaltkreises (57) und der Laserstrahlung ein Regelkreis enthält, welcher aus einem Operationsverstärker mit nachgeschaltetem Hochspannungsverstärker und mindestens einem piezoelektrischen Antrieb (21) besteht.
15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Objektivkopf (D) mit dem Revolverkopf (E) ein gemeinsames
20 Optikmodul (F) bilden, dessen optischer Verbindungsteil nur der Tastlaserstrahlteiler (18) ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
25 dass der Laserstrahlensammler (C) mit einem Schreiblaserstrahldetektor (15) versehen ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,
30 dass der Revolverkopf (E) mit wenigstens zwei der drei Einheiten: Tastlaserstrahldetektor (23), Scherungs-Interferometer-Okular (24) und Mikroskopokular (25) mit Fadenkreuz, versehen ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Schreiblaserstrahlquelle (A) und/oder die Tastlaserstrahlquelle (B) mit je wenigstens einer Lochblende (2', 11) innerhalb des Aufweiters (4, 10) versehen ist.
- 5 19. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Mikroskopokular (25) des Objektivkopfes (E) mit einem Schreiblasersperrfilter (25') versehen ist.
- 10 20. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass in Richtung der auf derselben Achse geführten Schreib- und Tastlaserstrahlen (17) hinter dem Tastlaserstrahlteiler (18) ein Detektor (18') angeordnet ist.
21. Vorrichtung nach den Ansprüchen 16, 17 und 20, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Detektor (15, 18', 23, 60) aus mehreren Feldern (47) besteht.

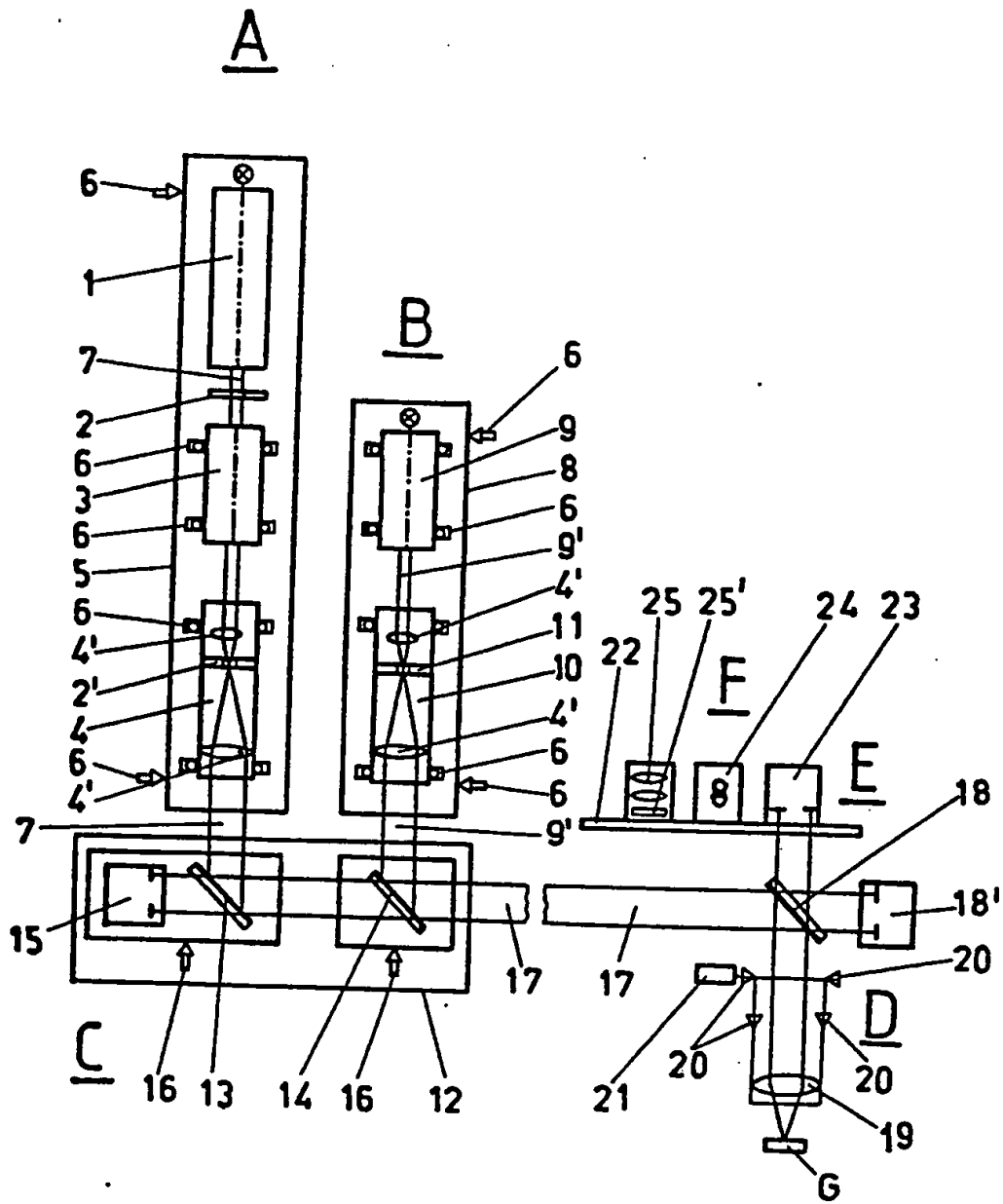
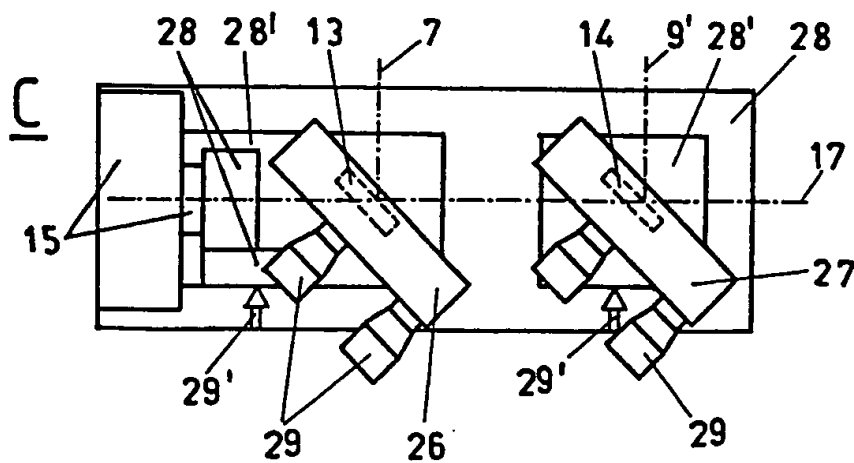
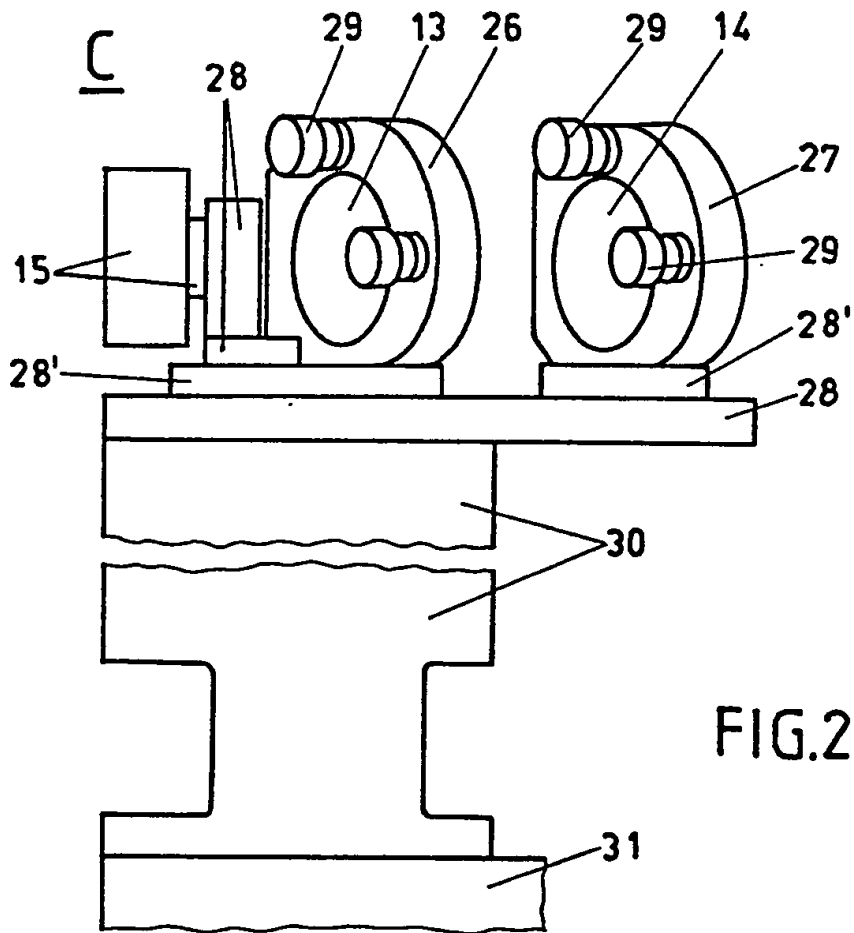


FIG.1a

FIG.1b



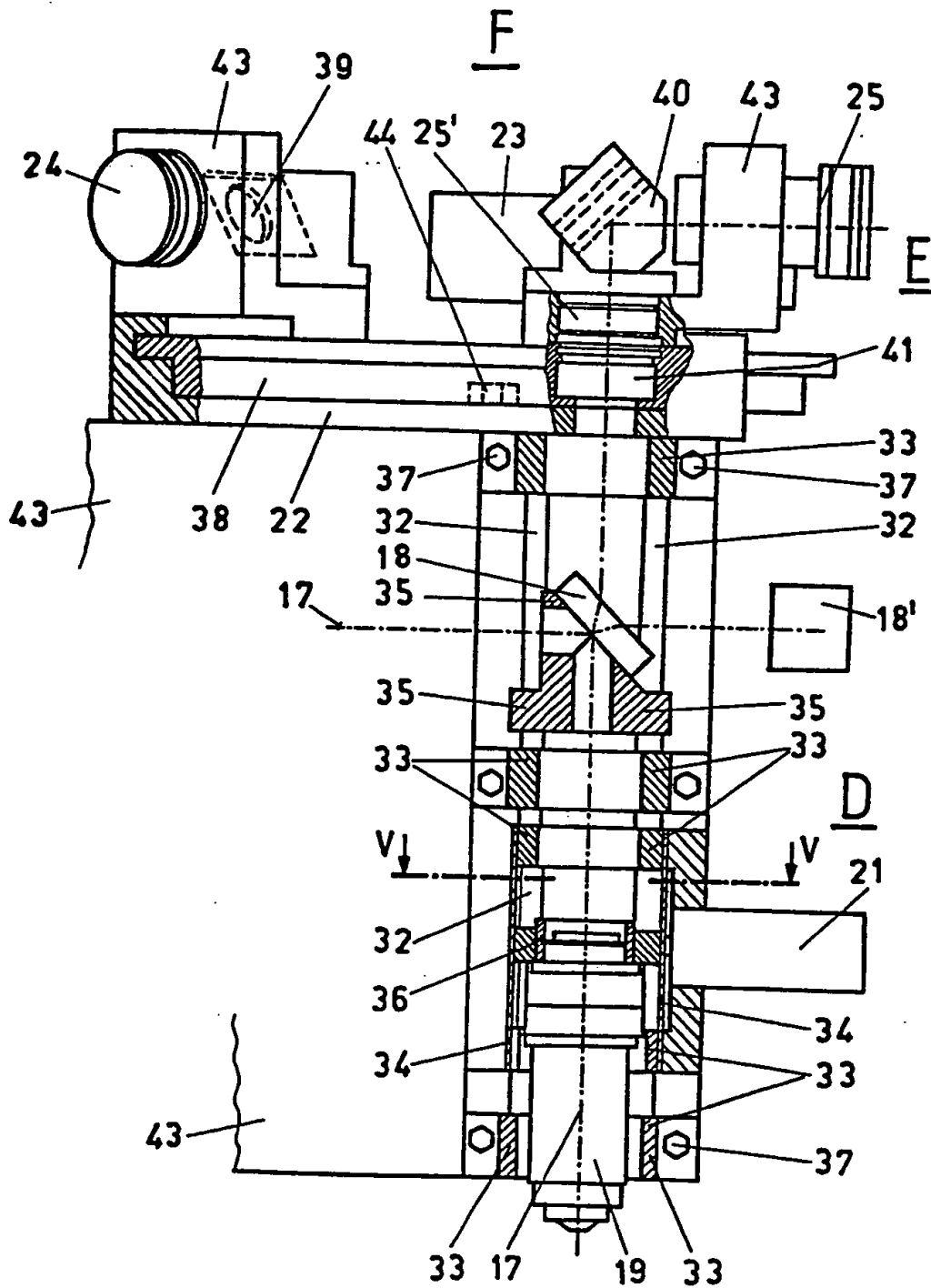
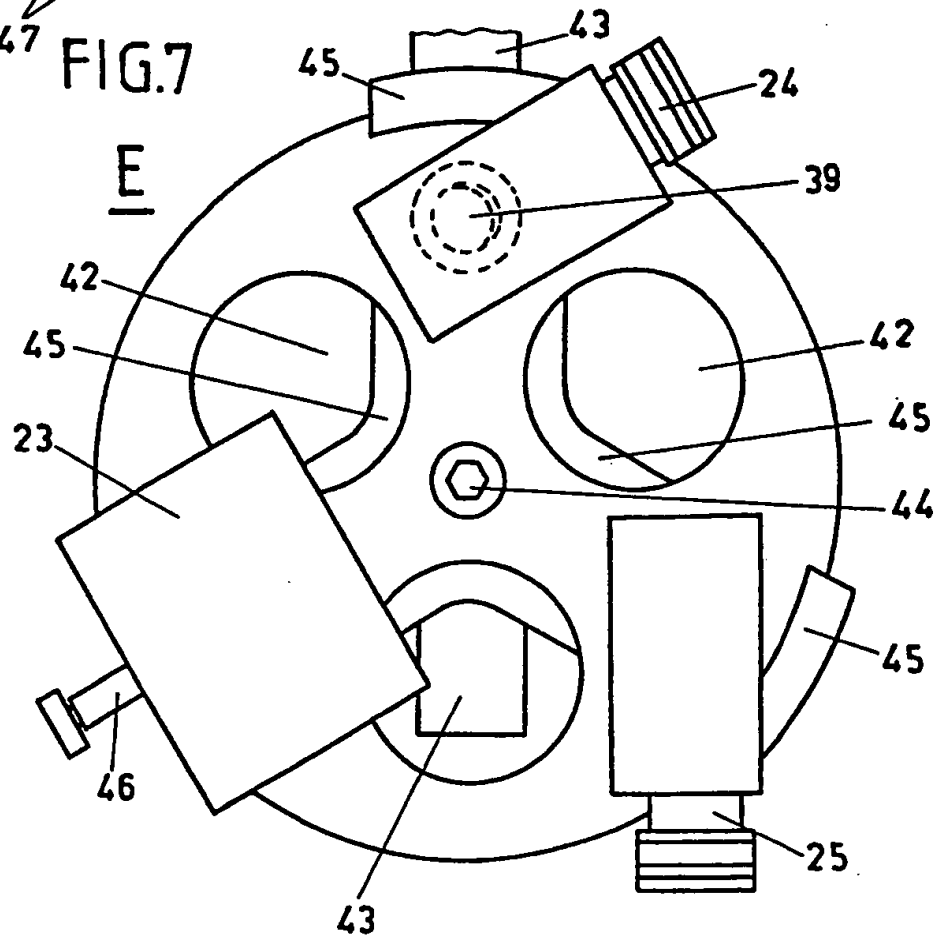
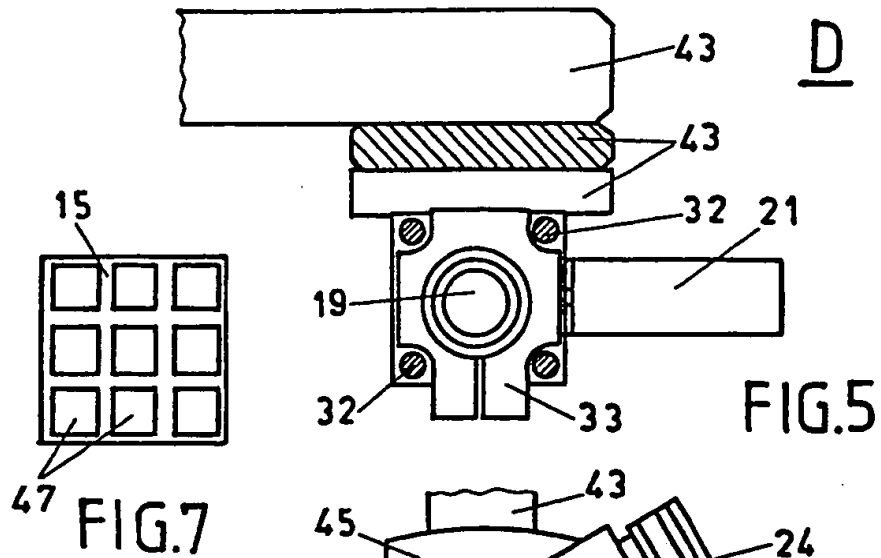


FIG. 4

4/7



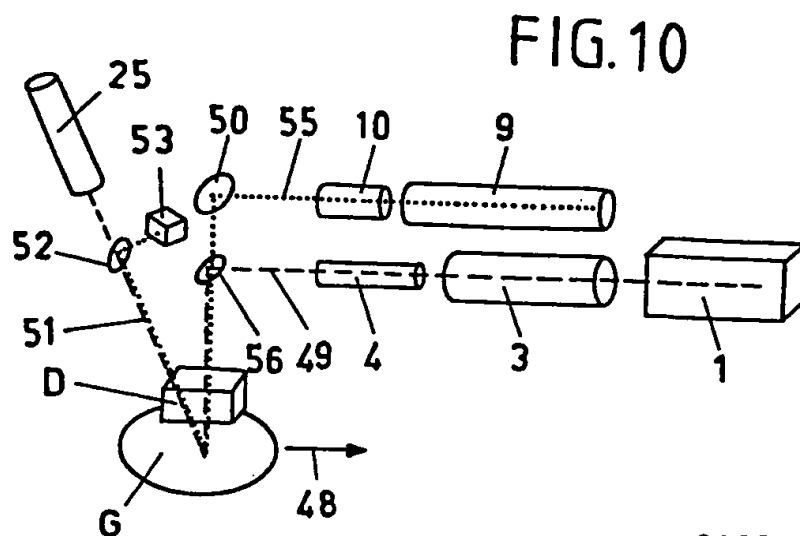
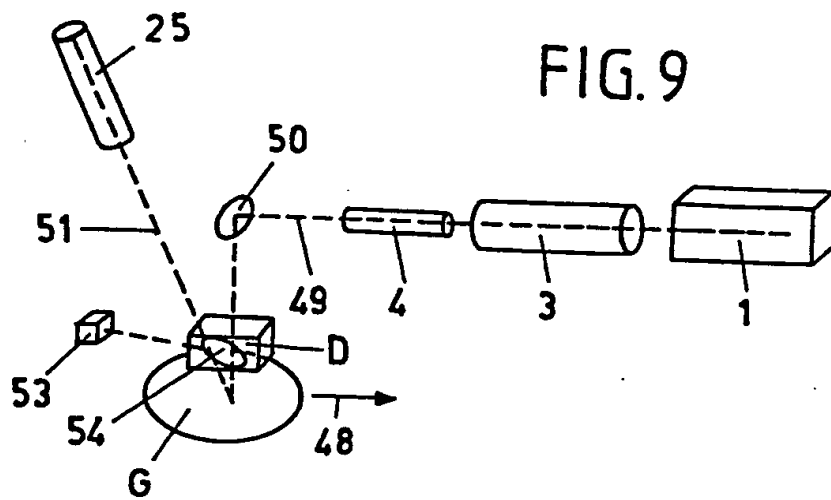
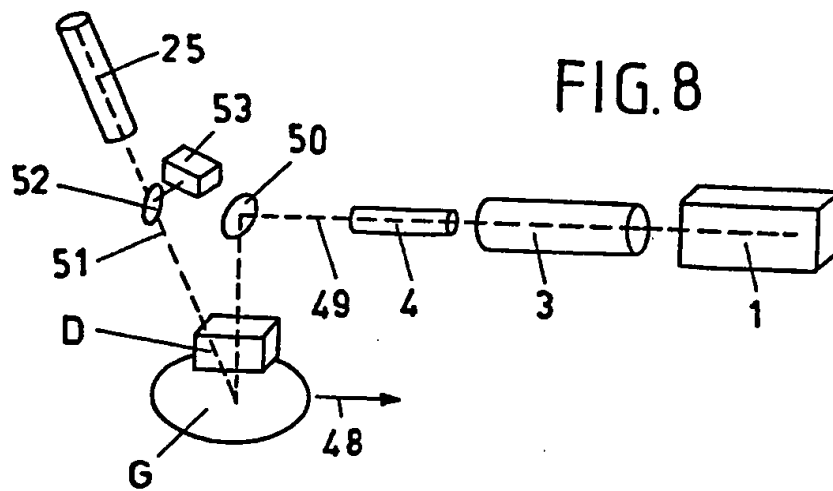


FIG.11

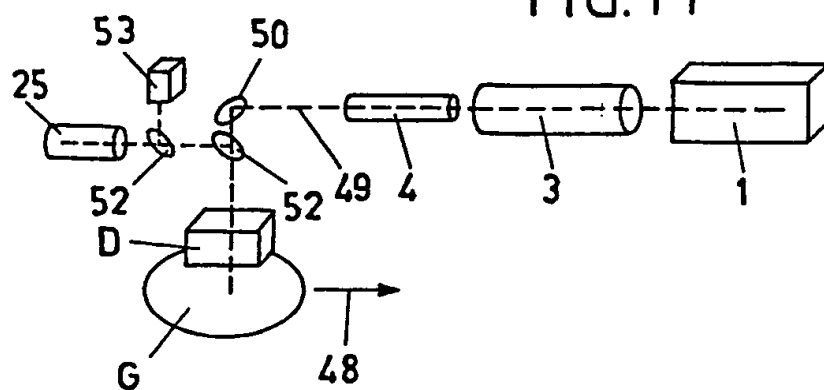


FIG.12

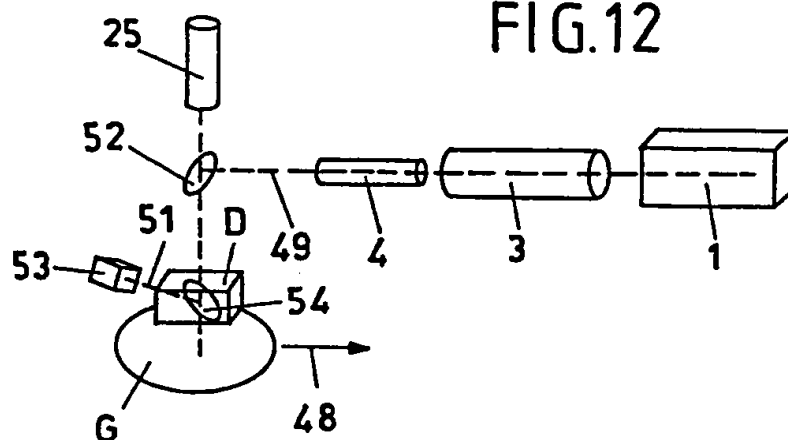
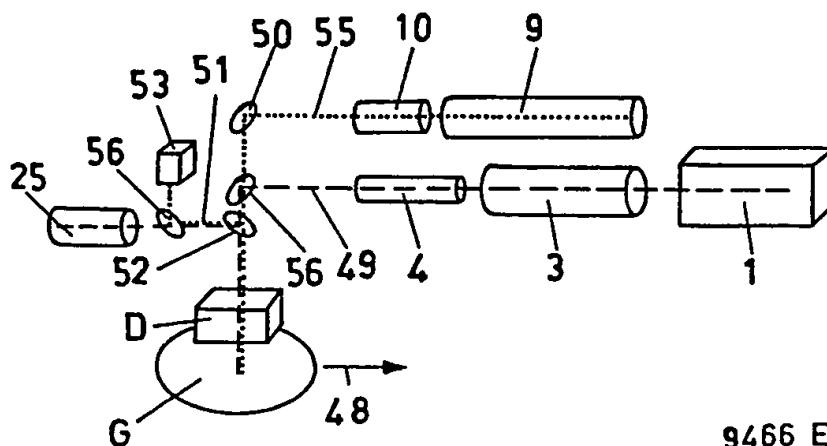


FIG.13



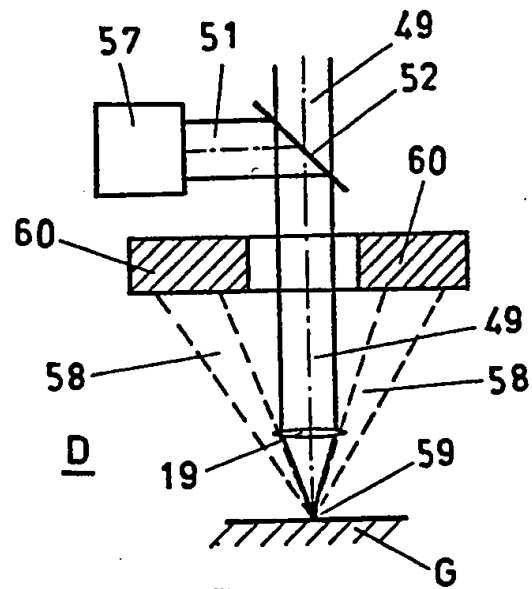


FIG. 14

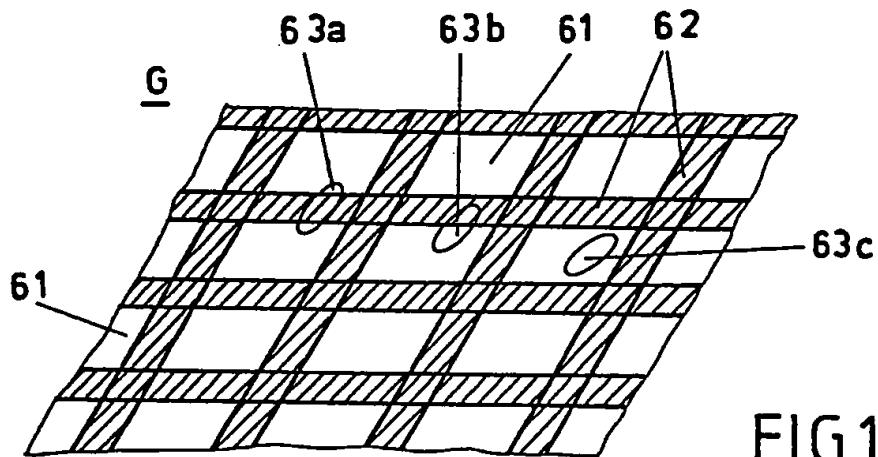


FIG. 15

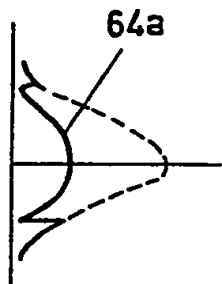


FIG. 16a

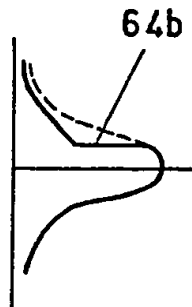


FIG. 16b

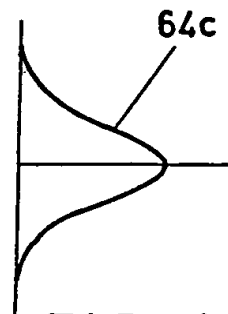


FIG. 16c



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0168351
Nummer der Anmeldung

EP 85 81 0307

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	US-A-3 626 141 (QUANTRONIX) * Spalte 3, Zeilen 20-50; Figur 6 *	1,2	B 23 K 26/04
A	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 7, Nr. 250 (M-254)[1395], 8. November 1983, Seite 118 M 254; & JP - A - 58 135 788 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 12-08-1983	1	
A	--- PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 267 (M-182)[1145], 25. Dezember 1982, Seite 102 M 182; & JP - A - 57 159 286 (MITSUBISHI DENKI K.K.) 01-10-1982		
A	--- CONFERENCE ON LASER AND ELECTROOPTICAL SYSTEMS, 7.-9. Februar 1978, Seiten 90-92, Digest of Technical Papers, Optical Society of America, IEEE, Washington, US; M.P. FEDER et al.: "Nitrogen-pumped dye laser tool for fabricating LSI connections" * Seite 91; Figur 1; Seite 92, Zusammenfassung THEE 3 *	1-21	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) B 23 K 26/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 04-09-1985	Prüfer HOORNAERT W.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			